For the British Museum of London

DESCRIPTION

D'UNE

MACHINE NOUVELLE DE DYNAMIQUE,

INVENTÉE PAR

Mr. G. ATWOOD,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES;

AU MOYEN DE LAQUELLE

On rend très aisément sensibles les Loix du Mouvement des Corps en LIGNE DROITE, & en ROTATION:

Les VELOCITÉS communiquées par le CHOC des CORPS ELASTIQUES et NON-ELASTIQUES:

La RESISTANCE des FLUIDES, &c. &c.

AVEC UN PRÉCIS DES

EXPÉRIENCES RÉLATIVES À LA PREMIERE ESPECE DE MOUVEMENT,

ET LA

MANIERE DE LES EXECUTER, &c.

DANS UNE LETTRE ADRESSÉE

À MONSIEUR A. VOLTA,

PROFESSEUR DE PHILOSOPHIE DANS L'UNIVERSITÉ DE PAVIE,

PAR J. H. DE MAGELLAN, k

GENTIL-HOMME PORTUGAIS, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES, DE L'ACADEMIE IMPERIALE DES SCIENCES DE PETERSBOURG, DE LA ROYALE DE MADRID, ET CORRESPONDANT DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES DE PARIS.

À LONDRES:

De l'Imprimérie de W. RICHARDSON, dans le *Strand*:

Chez B. WHITE, Libraire, en *Fleet-street*; P. ELMSLEY, Libraire, dans le *Strand*; & W. BROWN, Libraire, au Coin d'*Essex-street*, près de *Temple-Bar*.

MDCCLXXX.

ex dono auctoris

AVERTISSEMENT.

Ce Cahier étant destiné à faire Part de la Collection des derniers Traités de l'Auteur, on a jugé à-propos de suivre les mêmes Numéros, tant pour les Articles, que pour les Pages de ces Feuilles.

TABLE DES ARTICLES
DE
CET EXTRAIT.

		N°—Page
NOTICE du Sujet de ce Traité,	- -	578—259
Manière ancienne des Expériences ſur la Chute des Corps,		582—260
Du Témoignage des Sens,	- - -	588—262
Sur la Quantité de la Matiere, ou Maſſe des Corps,		580— ib. 596—265
Deſcription de la Nouvelle Machine de Dynamique,	—	590—263
Déterminer l'Inertie des Poulies,	- - -	592— ib.
Déterminer les Eſpaces,	- - -	599—625
Déterminer les Tems,	- - -	601—266
Déterminer les Velocités,	- - -	604—267
Conſideration de quelques Obſtacles,	- - -	606— ib.
Probleme 1.	- - - -	611—269
Probleme 2.	- - - - -	617—270
Probleme 3.	- - - -	620—271
Methode pour déterminer les Poids,	-	624—272
Problemes 4 & 5.	- - -	625 & 628— ib.
Problemes 6 & 7.	- -	632 & 637—274
Probleme 8.	- - - -	642—275
Problemes 9 & 10.	- - - -	647 & 650—276
Probleme 11.	- - - -	653—277
Sur le Mouvement retardé,	- - -	657—278
Probleme 12.	- - - - -	659— ib.
Probleme 13.	- - - -	671—281
Probleme 14.	- - - - -	676—283
Additions & Corrections,	- -	687 & ſuiv.—285

L E T T R E

ADDRESSÉE

À Mr. V O L T A, &c. &c.

MONSIEUR,

578. LA machine de Dynamique que vous souhaitez avoir, d'après le recit que je vous en avois fait, inventée par Mr. G. Atwood, Membre de la Société Royale de Londres, & executée par Mr. G. Adams, un des plus habiles artistes que nous ayons, est presque achevée ; & je ne tarderai pas à vous l'envoyer, aussitôt que je l'aurai examinée moi-même, en répetant la plupart des expériences auxquelles elle est en état de servir. Car son Auteur l'a inventée pour démontrer, non seulement les loix du mouvement des corps en *ligne droite* ; mais aussi de ceux en *rotation* ; les *velocités* communiquées par le choc des corps *elastiques* & *non-elastiques* ; la resistance des *fluides*, &c. & il n'a pas encore communiqué la méchanique, qui doit être ajoutée à cet instrument, pour démontrer d'autres phénomenes que ceux de la première espece.

579. Cette machine, dans son état actuel, rend sensible les loix du mouvement *uniformément acceleré*, ou *retardé*, de même que celles du mouvement *uniforme*, sans employer qu'un espace moindre de *cinq pieds & demi* ; ce qui la rend extremement commode & très avantageuse dans un Cours de Physique. La simplicité & l'exactitude avec laquelle cette machine rend ce genre d'expériences à la portée des sens, font encore son plus grand mérite : car vous savez que les observations sur la *chute des corps*, & *l'accélération de leurs vitesses*, demandent des opérations très délicates, fort difficiles, & assez laborieuses : & ce qui plus est, tout-à-fait impraticables dans un Cours regulier de Physique Expérimentale.

580. Monf. Atwood composa un ouvrage fort ingénieux, où il traite, en vrai Savant, des objets dont je viens de parler ; & où il

donne la description de cette machine, qui sert à rendre sensibles les demonstrations de la théorie, par les phénomenes de pratique qu'on y exécute. On attend avec impatience cet ouvrage depuis plus d'un an ; il doit dévancer le *Cours de Physique Expérimentale* que le même Savant a proposé de publier par souscription. Mais quoique son impression soit presque finie de long tems, il n'est pas encore publié ; & ce fut même avec de la difficulté, que je pus en voir quelques feuilles, qu'un ami commun me communiqua, & dont je fis l'extrait suivant en *François*, pour l'usage d'un de mes amis, qui n'est pas au fait de langue Angloise.

581. On m'excusera, j'espere, d'avoir donné, à une bonne partie de cet extrait, une tournure différente de l'original, croyant rendre par là ce sujet plus à la portée de ceux, qui ne sont pas si bien au fait de ces matières, comme vous l'êtes ; & ce fut, par la même raison, que j'ai taché d'y suppléer de mon mieux aux démonstrations théoretiques de quelques propositions citées par l'Auteur, & contenues dans l'autre partie de son Ouvrage qui m'est encore inconnue. Je souhaiterois bien pouvoir retoucher cet extrait, pour le rendre moins imparfait ; mais je soufre encore des restes d'un ophthalmie cruelle, qui me tourmente il y a plus d'un an ; & ce n'est pas sans difficulté que je puis faire ce peu d'application, même en couchant cet extrait sur le papier à plusieurs réprises.

Maniere ordinaire de faire les Expériences de cette Espece.

582. L'idée la plus simple, qu'on a en général, pour déterminer par l'expérience, les *espaces parcourus* par un corps qui tombe librement, poussé par la force de son poids, & qu'ils sont comme les *quarrés des tems* de sa chute, est celle d'observer les différences du *tems* employé à parcourir différentes hauteurs. Mais la grande velocité acquise par la force de la pésanteur, devient fort considerable en peu de *sécondes* ; &, par consequent, on est obligé d'employer des hauteurs fort grandes, pour que la quantité du tems devienne sensible.

583. Pour cet effet, le Dr. Desaguliers laissa tomber une boule de plomb de deux pouces en diametre, de la partie supérieure de la coupole de l'Eglise de St. Paul de Londres, dont la hauteurs est 272 *pieds d'Angleterre:* & il trouva qu'elle parcourut

courut cet espace en *quatre secondes & demie :* tandis que, selon la théorie, cet espace devroit être 325,68 pieds ; ce qui fait une différence de 53,68 pieds en moins, ou près d'un *cinquieme* au-dessous de ce que l'espace parcouru devroit être.

584. Car on sçait par la théorie du mouvement de la Lune, & par celle du pendule (qui dependent tous deux de la même cause, savoir, de la gravitation) qu'un corps doit parcourir $16\frac{1}{12}$ pieds d'Angleterre, en descendant librement par sa pésanteur, dans l'espace d'une *séconde*, aux environs de la surface de la terre ; comme le grand Newton l'a demontré dans ses *Principes* ; & on peut le voir plus au large dans le Traité *De Motu Oscillatorio* de Huygens, les *Cours de Physique* de's Gravesande & de Désaguliers, dans les *Leçons de Méchanique* de l'Abbé de la Caille, &c. D'ailleurs, le grand Galilée qui trouva la loi de la chute des corps, & qui la confirma par des expériences répetées, démontra dans ses Dialogues *De Motu Locali*, que les *espaces* parcourus, sont comme les *quarrés des tems* (*Voyez la Méchanique de Wolfius*, theor. 17. schol. 2.) : Ainsi $4,5^2 \times 16\frac{1}{12} = 20,25 \times 16,083 = 325,68$ pieds.

585. Monsf. Désaguliers, dans sa *cinquieme Leçon*, *exper.* 16. attribue ce défaut de 53,68 pieds à la résistance de l'air ; car, en effet, la quantité de 16,0833 pieds parcourus par un corps pésant dans la *premiere seconde*, en tombant aux environs de la Terre, selon la théorie ci-dessùs, est dans la supposition de ne pas avoir la résistance de l'air, ni aucune autre à surmonter : ce qui est inévitable, lorsque les espaces ou hauteurs sont considérables. Et celà montre le grand avantage qu'il y a à racourcir les hauteurs, autant qu'il est possible dans cette espece d'expériences. *Voyez le* N° 607 *ci-dessous*.

586. C'est sans doute, par cette raison, que Galilée, au raport de Wolf dans l'endroit ci-dessùs, employoit des plans inclinés, pour observer la chute des corps, au lieu de les laisser tomber librement, comme dans le cas précedant. Mais Mr. Atwood observe, & même demontre dans un autre endroit de cet ouvrage, que, outre les résistances du frotement, il y en a encore d'autres variétés fort considerables dans les expériences faites par cette methode, provenantes de la figure des corps mêmes qui roulent dans des plans inclinés ; de façon, que si la longueur du plan incliné est à sa hauteur comme 9,2 à 1,

l'espace

l'eſpace parcouru dans *une ſeconde* par une boule, ſera à l'eſpace parcouru par un cylindre, comme 15 à 14, tandis qu'il devroit être 21 pouces, s'il n'y avoit point de frotement. Car ſi un corps, tombant perpendiculairement, fait dans *une ſeconde* $16\frac{1}{12}$ pieds (=193 pouces): il eſt evident que la force accélératrice, dans le cas en queſtion, eſt $=\frac{1}{9,2}$ de celle de la gravité; &, par conſequence, $\frac{193}{9,2}=21$ pouces, ſera l'eſpace parcouru dans la première *ſeconde*.

587. Il eſt vrai que, dans cette derniere eſpece d'expériences, les *eſpaces parcourus*, ne manquent pas d'être comme les *quarrés* des tems; parceque la deſcente des corps ſur le plan incliné, ſe fait par un mouvement uniformement acceleré. Mais comme il n'eſt pas poſſible de ſéparer la quantité de la maſſe, de celle de la force accélératrice (de ſon poids), il n'eſt pas poſſible d'appliquer des forces différentes à la même maſſe; ni des maſſes differentes à la même force: & c'eſt pour l'obſervateur un autre avantage plus précieux, qui ſe trouve dans cette nouvelle machine.

588. Il ne faut pas diſſimuler, que l'imperfection de nos ſens ne nous permet point de pouſſer les expériences à une exactitude telle, qu'une fort petite variation dans les *tems*, ou dans les *eſpaces*, puiſſe cauſer des effets aſſez remarquables, pour qu'on les puiſſe diſtinguer. Mais d'abord que les réſultats des expériences coincident entièrement avec les quantités deſignées par la théorie, perſonne n'aura plus la moindre raiſon de ſe plaindre: car il y a autant du ridicule à vouloir aller au-delà des bornes de nos propres ſens en fait de phyſique, que de s'obſtiner à refuſer leur témoignage.

Les quantités qu'il faut examiner dans les expériences ſuivantes, ſont, 1^mo, La quantité de la maſſe qui eſt muë; 2^do, La force accéléatrice; 3°, L'eſpace parcourû; 4°, Le tems employé dans le mouvement; & 5°, La velocité acquiſe pendant ce tems. Nous allons traiter de chacune ſeparemment.

Sur la Maſſe.

589. Pour bien obſerver les effets d'une force mouvante, il faut conſiderer la maſſe, comme ſi elle n'avoit point de poids. Ceci eſt impoſſible

impoſſible dans le fait ; mais on peut bien contrebalancer ce même poids, en ſorte qu'il ne puiſſe point agir ſur la maſſe, ni produire aucun effet ; comme on va le voir par la conſtruction de la machine ſuivante.

Deſcription de la Nouvelle Machine de Mr. Atwood.

590. Soit la colomne TZX (fig. 77) d'environ 5½ pieds de hauteur ; ſur laquelle eſt poſé le chaſſis DU, qu'on y rafermit par l'écrou T. Cette colomne eſt enchaſſée dans une baſe croiſée, avec une vis *ffff* à chaque bout, pour la rendre perpendiculaire à l'horizon, & l'aſſujettir. Il y a deux montants doubles ſur le chaſſis DU, chacun contenant deux grands poulies *de* & *ik*, ſur leſquelles poſent les deux bouts de l'axe de la grande roue ou poulie *abc*, pour en éviter, autant qu'il eſt poſſible, le frotement.

591. La grande poulie *abc* a une rainure dans toute ſa periphérie, ſur laquelle paſſe un fil de ſoie très délicat, mais aſſez fort pour ſoutenir, par ſes bouts, les deux boëtes A & B, avec les petits poids qu'on y met dans les expériences. La maſſe de A doit être parfaitement égale à celle de B : ainſi ces deux boëtes ſont en parfait équilibre : c'eſt-à-dire, la quantité totale de la maſſe de ces deux boëtes ſe trouve contrebalancée ; &, par conſéquent, elle ſera ſans poids (N° 589.) ; de façon que, ſi l'on ajoute un poids $g\ (=m)$ au-dedans de la boëte A, ou une petite barre S $(=m)$ au-deſſus de ſon couvercle, alors la maſſe totale qui ſe mettra en mouvement ſera $=A+B+m$: & la force agiſſante, ou accélératrice, ſera ſeulement égale à m : excepté, qu'il faut y mettre en ligne de compte, la reſiſtance cauſée par l'inertie du rouage *idabcek*, dont je vais parler inceſſamment. Mais à l'égard de celles cauſées par la reſiſtance de l'air, par le frotement des axes, & par celle que la différente longueur du fil de ſoie y peut cauſer : on verra par les N° 606, 607, & 608, qu'elles ne ſont point ſenſibles, dans les expériences exécutées au moyen de cette machine.

Sur l'Obſtacle de l'Inertie des Poulies.

592. Si toute la maſſe de la roue *abc*, & des autres quatre poulies, où poſent les deux bouts de ſon axe, étoit accumulée dans ſa periphé-

 rie,

rie, on jugeroit de ſon inertie par la quantité de ſon poids. Si la denſité de leurs maſſes étoit diſtribuée uniformement dans chacune; & que ſa figure étoit régulier, alors leurs réſiſtances ſeroient en raiſon doublée des diſtances de chaque partie à l'axe de ſon mouvement. Mais celà n'étant point le cas; c'eſt-à-dire, le poids de chacune n'étant point accumulé dans ſa periphérie, leurs figures n'étant pas parfaitement réguliers, ni la diſtribution de leurs denſités uniformement partagée en chacune; il a falu avoir récours à l'expérience, pour reconnoitre l'effet de la réſiſtance, ou obſtacle de la maſſe de ces roues ou poulies, comme on va le voir.

593. On a pris un petit poids de 27,9 grains, quantité qu'on a determinée après quelques tâtonemens: on l'a attaché au bout d'un fil de ſoye très délicat, dont le poids n'étoit pas même $\frac{1}{4}$ de grain; &, par conſéquent, très peu conſiderable dans le calcul: & on a attaché l'autre bout de ce fil à la circonférence de la roue ou poulie *a b c*. En tournant cette roue, pour que le fil y fut entouré: & la mettant en liberté, ce petit poids lui donna un tel mouvement de rotation, qu'il parcourut 49 *pouces* en déſcendant, dans l'eſpace de *trois ſécondes*, ce qui fut averée par pluſieurs expériences repetées à cet effet.

594. La formule donnée par Mr. Atwood, pour trouver la quantîté de l'inertie de cette maſſe ($=x$), & dont il donne la démonſtration dans le corps de ſon ouvrage, eſt la ſuivante, $\frac{p \times t^2 d}{e} - p = x$, où p ſignifie le *poids* (27,9 grains): t, le *tems* de la chute ($=3''$): d, l'*eſpace* parcouru par un corps dans une ſeconde, que l'on a vû être égal à $16\frac{1}{12}$ pieds, ou 193 pouces d'Angleterre (N° 584.): e, l'*eſpace* parcouru par p ($=49$ pouces): & enfin x l'effet de l'inertie qu'on cherche.

595. Ainſi nous avons dans ce cas $\frac{27,9 \times 9 (=3^2) \times 193}{49} - 27,9 = \frac{48462,1}{49} - 27,9 = 989 - 27,9 = 961,1$ grains: ce qui fait *deux onces*, & $1\frac{1}{10}$ *grain*. Or chaque *once* de poids d'Angleterre contient 480 grains; &, par conſequent, les 960 *grains* font *deux onces*, outre la fraction $1\frac{1}{10}$ de grain, qu'on peut mépriſer; car l'effet de cette petite quantité ne peut point devenir ſenſible dans les expériences.

596. Soient donc les deux boëtes A & B égales, chacune à 1,5 onces ; & soit le poids *g*, ou *S* (même *fig.* 77.) du poids de $\frac{1}{4}$ d'once égal à 1 *m*. Dans ce cas *A* sera $=6m$; & *B* sera aussi $=6m$: qui, avec l'inertie du rouage ($=2$ onces$=8\ m$), fera une masse totale $=6\ m+6\ m+8\ m=20\ m$. Ainsi lorsque on mettra 21,5 *m* dans la boëte A, & autant dans la boëte B, l'inertie de la masse totale sera $=20\ m+\overline{2\times 21{,}5}\ m=20\ m+43\ m=63\ m$. Et dans le même tems les deux boëtes seront en repos ; puisqu' elles seront en équilibre, l'une ne pesant pas plus que l'autre.

597. Or, si vous ajoutez le poids *g* ou S ($=1\ m$), à la boëte A : ce poids lui fera perdre son équilibre, & la fera descendre ; mais seulement avec une force accélératrice, qui ne sera plus que la $\frac{1}{64}$ de la masse totale, qui dans ce cas est $=64\ m$; mais dont seulement 1 *m* sera la force agissante, ou accélératrice de toute cette masse, en y comprenant la valeur de l'inertie du rouage (N° 594 & 595.)

598. *N. B.* Il faut avoir un nombre suffisant de poids, d'une forme circulaire tel que *g* & *b*, pour pouvoir être mis au-dedans des boëtes A & B, qui soient égaux à différentes sommes de *m*, & même des fractions de *m* ($=\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ d'*once*, &c.) : & il faut en avoir aussi quelques uns en forme de barres, comme S ou R, dont la longueur soit un peu plus grande que le diametre du trou circulaire de l'étage K, pour les expériences diverses qu'on voudra faire avec cette machine. Il n'y a qu'à jetter les yeux sur les Problemes ou Expériences qu'on décrira tantôt, pour juger du nombre, & de la valeur requise de ces poids, &c.

Sur les Espaces.

599. La boëte ou corps *A* tombe, en descendant en ligne droite, perpendiculairement à l'horizon ; & l'échelle *FG* est divisée en 64 *pouces* dans toute sa *longueur*, qui y sont marquées par des nombres, dont le *zero* est en *F*. L'étage *H* est mobile, de façon qu'on peut l'arrêter à volonté, par le moyen de la clef ou manivelle J, sur le nombre des pouces qu'on veut, dans l'échelle *FG*. Le cercle *K* est assez grand pour laisser passer à son travers la boëte *A* : & il a aussi une clef *L*, qui sert à le fixer à la hauteur qu'on souhaite. Ainsi l'on est le maitre de faire toute sorte d'expériences avec cette machine, dans des espaces au-dessous de 64 *pouces*.

600. En répetant les expériences qui suivent, j'ai trouvé de la difficulté à arrêter fermement, sans bouger, le fond de la boëte *A*, précisement au *zero* de l'échelle *F G*; à moins d'y employer beaucoup d'attention. Ce fut pour obtenir cette circonstance plus aisément, que j'ai fait ajouter à chaque coté du *zero* de cette échelle, deux morceaux de cuivre, & que j'ai fait exécuter le petit manche, marqué par *W* auprès de la *figure* 77.

601. On tient ce manche *W* de la main gauche, lorsque la machine est montée comme la *figure* 77. la représente: ou encore mieux de la main droite, lorsque l'échelle *F G* est du coté droit, & la pendule *Z* de l'autre coté (ce qui est aisé de faire, en changeant leur place respective, & tournant la face de la pendule dans le sens contraire). La boëte *A* pose alors sans bouger sur le manche *W*, précisement au *zero* de l'échelle: car cette manche *W* a un angle rentrant d'environ un pouce, qui est rectangle, & qui tout naturellement s'ajuste sur le coin de l'échelle, sans permettre aucune vacillation à la main qui le soutient.

Sur le Tems.

602. Cette machine est garnie d'un pendul *Z O N*, de la construction que j'ai décrite ailleurs (au N° 474. des Traités précédens); dont la longueur est telle qu'il bat des *sécondes* à chaque vibration. La pendule z peut continuer son mouvement pendant 15 ou 18 *minutes*, moyennant le petit poids *O*, que le graveur a représenté double dans la *figure* 77, pour le distinguer de son contrepoids, dont l'usage est seulement pour retenir la corde sur les pointes de la poulie de la roue de son échapement qui est à repos. Chaque coup des dents de cette roue est assez sensible, pour être entendû à quelques pas de distance; particulièrement, lorsqu'on remonte le poids *O* assez haut, pour que le contrepoids de l'autre coté n'agisse point sur la corde, étant pour lors soutenû par le plancher; alors le coup de l'échapement à chaque *séconde*, est aisément entendû à la distance de 5 ou plus de *toises*.

603. J'ai dejà dit (N° 600.) qu'il faut mettre le fond de la boëte *A*, vis-à-vis du *zero* de l'échelle *F G*, en le supportant avec le manche *W*: à présent, il faut avertir qu'il faut ôter le manche précisement au batement de la *séconde* du pendule. Pour cet effet, on doit attendre

tendre quelques *secondes*, en chaque expérience; battant, pour ainsi dire, la mesure, en *secondes*: on retire, dans un des coups, le manche *W* avec vitesse, selon la courbe *FQ* qu'on voit pointillée dans la *fig.* 77. Si le fond de la boëte *A* frappe après celà sur l'étage *H*, qu'on a eu soin de mettre auparavant à la distance réquise, dans le même moment du bâtement du pendul, formant tous les deux un seul coup; c'est tout ce qu'il faut, pour être assuré de l'exactitude de l'expérience, par l'évidence de sens. Un peu d'exercice & d'habitude, avec de la patience, & de la disposition naturelle de l'observateur pour ces objets, ne manqueront pas de lui rendre fort aisées toutes ces opérations dans très peu de tems.

Sur la Velocité acquise par les Corps en Mouvement.

604. Comme la velocité d'un corps qui tombe librement, augmente à chaque instant; il faut, pour connoître la quantité de sa vélocité, pouvoir arrêter dans un tems donné la force accélératrice, àfin de décider cette quantité par celle de l'espace, que ce corps continuera à parcourir dans la suite, avec un mouvement uniforme. Celui-ci est un fort grand avantage de cette machine; puisqu'on y peut exécuter aisément cette opération.

605. On prend, pour cet effet, des poids en forme de barres (Nº 598.) comme *S* & *R* dans la *figure* 77, qu'on met sur la boëte *A*, après qu'on l'a équilibrée avec la boëte *B*. Et, ayant arrêté le cercle *K* à la hauteur convénable; lorsque la boëte descend, elle depose, sur ce cercle *K*, la barre qui faisoit la force accélératrice de la masse totale: &, par conséquent, l'espace qu'elle continue à parcourir, par son mouvement uniforme, fait voir la quantité de la velocité qu'elle avoit acquise par son mouvement acceléré, jusqu'au moment où la barre *S* ou *R* fut arrêtée sur *K*. On verra dans la suite, qu'on exécute aussi aisément, par cette même méthode, les expériences sur le mouvement *retardé*, &c.

606. Quoique la force accélératrice qui cause le mouvement de la boëte *A*, ne soit pas précisement constante; car le fil de soie qui la lie ensemble avec la boëte *B*, n'est pas toujours de la même longueur; cependant cette quantité variable est si petite en elle-même, qu'elle ne peut produire aucun effet sensible. Ce fil de soie est d'environ

72 *pouces* en longueur : & son poids est à peine de trois *grains.* L'Auteur démontre, dans une Note de son Ouvrage, que l'inégalité du mouvemement, causée par la variation de ce poids, tandis que la boëte *A* descend 48 pouces, ne peut aller au-delà de la $\frac{1}{0,03112}$ partie d'une *séconde :* & nos sens certès ne sont point à même d'en distinguer une si petite quantité.

607. Pour ce qui regarde les effets de la résistance de l'air, dans les expériences dont il s'agit, & qui, en effet, causent en d'autres expériences, des variations si enormes, comme on la vû ci-dessùs (N° 583 & 585.); ils deviennent imperceptibles dans ces opérations, parceque les espaces y sont fort peu considérables. Monsieur Atwood demontre, que même en supposant le poids de chaque pouce cubique d'air $=\frac{2}{7}$ d'un grain, la resistance qu'il opposeroit au fond de la boëte A, tandis qu'elle descenderoit 26,2845 pouces dans une *séconde* (ce qui est la plus grande vitesse qu'on employe dans ces expériences) c'est-à-dire, alors l'augmentation du tems, ou le rétard causé par l'air dans sa chute, ne monteroit tout-au-plus qu'à l'effet d'un poids =1,23 grains : & il fait voir, que ce rétard n'est que dans la proportion de 240 pour 241 ; différence bien au-dessous de la perception de nos sens.

608. Enfin, l'effet du frotement, de la méchanique employée dans cette machine, est reduit presqu' à rien, par le moyen des deux paires de poulies *d i* & *e k*, sur lesquels tournent les deux bouts de l'axe de la roue, ou poulie principale *a b c* (toujours de la même *fig.* 77.). Il est aisé de s'en convaincre en chargeant les deux boëtes A & B, en sorte que la masse totale soit 64 *m*, ce qui fait 16 onces, également distribuées entre *A* & *B*. Car si l'on ajoute *un grain & demi*, ou tout-à-plus 3 *grains* d'un coté ou de l'autre, leur équilibre sera perdu : & la boëte qui les aura de plus, ne manquera pas de descendre. Or il est bien évident, qu'un frotement si peu considérable, ne peut pas produire des effets sensibles dans les expériences.

N. B. L'axe de chacune de ces quatre poulies *d i e k*, est soutenû par une vis respective, qu'on peut rélâcher, autant qu'il le faut, pour qu'elles tournent aussi librement qu'il est possible.

609. Il y a cependant quelques expériences, où la petite quantité ci-dessùs doit être ajoutée, pour avoir des résultats assez exacts. C'est prin-

principalement lorſqu'on veut démontrer les phénomenes du mouvement retardé, qu'on a béſoin de cette attention. Mais on ne doit jamais, dans un tel cas, ajouter autant de poids à la boëte *A* ou *B*, qu'elle puiſſe ſe mettre en mouvement par ſoi-même.

610. On a vû ci-deſsùs (N° 584.) que l'eſpace parcouru dans la première *ſéconde*, par un corps qui tombe librement près de la ſurface de la terre, eſt $16\frac{1}{12}$ pieds, ou 193 *pouces* d'Angleterre, ſans avoir égard au rétardement cauſé par la réſiſtance de l'air. Cependant il vaut mieux calculer ſur 192 *pouces*, au lieu de 193, en pluſieurs cas, pour éviter des fractions, Mais lorſqu'il s'agira de quelques expériences plus compliquées, on ne doit pas manquer d'employer ce dernier nombre de 193 pouces, qui eſt le véritable eſpace parcouru dans la *prémiere ſeconde*.

611. Le lecteur fera bien de réfraichir ſa mémoire, en liſant quelqu' Auteur qui traite des loix du mouvement rectiligne, avant de lire les problemes qui ſuivent; quoique je penſe pouvoir les rendre auſſi aiſés & auſſi à la portée de tout le monde, qu'il ne ſera, peut-être, poſſible de s'y méprendre, lors même que le lecteur ne s'ait point occupé auparavant de cette matière.

PROBLEME I.

612. Si la quantité de la maſſe, égale à $64m$, eſt pouſſée par une force $=m$, l'eſpace parcouru dans la prémiere *ſéconde*, ſera ſeulement égale à trois *pouces*.

613. *Théorie.*—Si un corps égal à $64m$ tombe librement par ſon poids, ou force gravitante, il doit parcourir 192 *pouces*, pendant la prémiere *ſéconde* du tems de ſa chute (N° 584.). Mais, ſi la même maſſe $=64m$, n'eſt pouſſée que par $\frac{1}{64}$ du total de ſa *force accélératrice*; celle-ci doit produire un effet proportionel (N° 597.): c'eſt-à-dire, $\frac{1}{64}$ de l'eſpace totale: ſavoir, $\frac{192}{64}=3$ *pouces*.

614. *Démonſtration de Fait.*—Les boëtes *A* & *B* étant $=12\,m$ (N° 596.), ajoutez $21{,}5\,m$ à chaque boëte: alors la *maſſe* totale, qui y eſt également diviſée entre elles, ſera $\overline{2\times21{,}5}+\overline{2\times6}=55\,m$; qui, joints

joints à l'inertie $=8\,m$ de la poulie *a b c*, & de ſon rouage (même N° 596.) tous enſemble ſont 63 *m*. Ajoutez à preſent le poids *g* $(=1\,m)$ à la boëte *A* : & ſa maſſe ſera $=6\,m+21{,}5\,m+1\,m=28{,}5\,m$; tandis que *B* ne ſera plus de $27{,}5\,m$ $(=21{,}5\,m+6\,m)$. Nous aurons donc dans ce cas une *maſſe* $=64\,m$ $(=28{,}5\,m+27{,}5\,m+8\,m)$; mais la *force accélératrice* ne ſera que l'excès de *A* ſur $B=\frac{1}{64}=1\,m$.

615. Mettez à préſent l'étage *H* (toujours la même *fig.* 77.) ſur la diviſion de 3 *pouces* dans l'échelle *FG* : & le fond de la boëte *A* au *zero* (o) de la même échelle, en l'y ſoutenant avec le manche *W* (N° 601.). Laiſſez tomber la boëte *A*, en ôtant le manche *W*, préciſement lorſque la pendule frappe quelque *ſéconde* (N° 603.) : & le coup de la *ſéconde* ſuivante coincidera exactement, avec celui du fond de la boëte *A* ſur l'étage *H* : c'eſt-à-dire, toute cette maſſe $=64\,m$, parcourira trois *pouces* dans la prémiere *ſéconde* de ſa chute.

616. On peut varier cette expérience en pluſieurs manières. En voici une. Mettez $23{,}5\,m$ dans la boëte *A*, & $20{,}5\,m$ dans la boëte *B*. Dans ce cas, la maſſe totale ſera $26{,}5\,m$ en *B* $(=20{,}5\,m+6\,m)$: & $29{,}5\,m$ en *A*; ce qui, avec les $8\,m$ (du N° 596), fera la ſomme de $64\,m$: mais la *force accélératrice* en *A* ſera $=3\,m$ $(=29{,}5\,m-26{,}5\,m)$. Si donc vous mettez l'étage *H* à 9 *pouces* ſur l'échelle *FG*; le coup de la boëte *A* ſur cet étage, coincidera avec le coup ſuivant de la pendule : car $\frac{3\times192}{64}=9$ *pouces*. *Voyez le* N° 624 *ci-deſſous*.

PROBLEME II.

617. Les eſpaces parcourus en tems égaux, par un corps, dont la *force accélératrice* eſt conſtante, ſont en raiſon doublée des *tems*. C'eſt-à-dire, $e : E :: t^2 : T^2$.

618. *Démonſtration de Fait.*—Soient les boëtes *A* & *B* chargées comme dans le N° 614. Si l'on repete la même expérience, en mettant l'étage *H*; 1°, à 12 *pouces*; & enſuite à 27 *pouces* : le coup de la boëte *A* ſur *H* coincidera avec la *deuxième ſéconde* dans le premier cas : & avec la *troiſieme ſéconde* dans le ſécond cas. C'eſt-à-dire, le corps *A* parcourira trois *pouces* dans la *premiere ſéconde* (N° 615.) : 12 *pouces* $(=2\times2\times3)$ dans la *deuxieme ſéconde*; & 27 *pouces* $(=3\times3\times3)$ dans la *troiſieme ſéconde*, &c.

619. *Ex-*

619. *Expérience Seconde.*—Mettez 38¼ *m* dans la boëte *A* : & 37¾ *m* dans la boëte *B*. Et pour lors, la masse totale sera 96 *m* = 38,25 *m* + 37,75 *m* + 12 *m* (N° 596.) + 8 *m* (même N° 596.) : mais la force accélératrice qui agira sur *A*, sera = ½ *m*. Dans ce cas, les *tems* & les *espaces* seront $e : E :: t^2 : T^2$; comme on le voit dans la Table suivante. Voyez le N° 692.

Quantité rélative de la force accélératrice.	Masse totale du corps en mouvement.	Force accélératrice.	Tems des Chutes en *Secondes*.	Espaces parcourus en chaque Séconde.
			1	1
			2	4
			3	9
½ *m*	96 *m*	$\frac{1}{192}$	4	16
			5	25
			6	36
			7	49
			8	64

PROBLEME III.

620. La même masse 64 *m* étant poussée par une force *m*, 2 *m*, & 3 *m*, pendant la même quantité *de tems*, par exemple, 2″ ; les espaces parcourus seront dans la même proportion des *forces accélératrices*. C'est-à-dire, 12 *pouces*, 24 *pouces*, & 36 *pouces*. C'est-à-dire, si les *tems* sont égaux ; $e : E :: f : F$.

621. *Démonstration de Fait.*—Mettez dans les boëtes *A* & *B* les poids *m*, comme dans le N° 614. Si l'étage est à 12 *pouces*, les deux coups coïncideront au bout de la deuxieme *séconde* (N° 618.)

622. Mettez l'étage à 24 *pouces* ; ôtez ½ *m* de la boëte *B*, & mettez-le dans la boëte *A* : dans ce cas, les deux coups coïncideront à la même deuxieme *séconde* ; parceque la force accélératrice est *double* : c'est-à-dire, égale à $\frac{2}{64}$ = 2 *m*. Enfin, ôtez une autre ½ *m* de la boëte *B*, & mettez-le dans la boëte *A* : dans ce cas, le coup de cette boëte sur

l'étage

l'étage *H*, qui doit être mis à 36 *pouces*, coïncidera avec la même *deuxieme seconde* du pendul; parceque la force accélératrice est *triple* de la première, c'est-à-dire, égal à $\frac{3}{64} = 3\,m$.

623. Il est donc évident, par ces faits: que, si les *tems* sont égaux, les *espaces* sont comme les *forces accélératrices*, ou comme les quantités des forces mouvantes; lorsqu'on a la même somme des *masses*.

Méthode pour déterminer les Poids m.

624. Pour connoitre le poids qu'on doit mettre dans chaque boëte, lorsqu'on veut avoir une certaine *quantité relative* de *force*$=w$: on fera la *force accélératrice* $=\frac{1}{n}$, dans cette formule, donnée par Mr. Atwood: savoir, $x = \frac{nw - w - 20\,m}{2}$; dans laquelle x est le poids mis en *B*: $x+w$ celui mis en *A*: & w la *quantité relative*. Par example, Si l'on veut avoir $w = 1\,m$: & une force accélératrice $=\frac{1}{96}$, la formule donne $\frac{96 - 1 - 20\,m}{2} = \frac{95-20}{2} = \frac{75}{2} = 37{,}5$; qui est le poids qu'on doit mettre en *B*: & $37{,}5 + 1 = 38{,}5$, est le poids qu'on doit mettre en *A*.

N. B. Lorsque w n'est pas $= 1\,m$, comme dans le cas du N° 619; il ne faut point oublier de substituer sa vraie valeur dans la formule, &c.

PROBLEME IV.

625. Si les *espaces* sont égaux, & les *forces* differentes (par exemple, comme 1 : 4); alors les *tems* seront en raison sous-doublée des *forces* (comme 2 : 1 dans le cas supposé).

626. *Demonstration de Fait.*—Mettez $22\frac{1}{4}\,m$ en *A*: & $21\frac{3}{4}\,m$ en *B*. Dans ce cas, la masse totale sera $=64\,m$ $(=22{,}25+21{,}75+12+8)$: & la force accélératrice sera $\frac{1}{2}\,m$ $(=22{,}25-21{,}75)$: c'est-à-dire, sera égale à la moitié de $\frac{1}{64} = \frac{1}{128}$. A présent, mettez l'étage *H* à 54 *pouces*: & la boëte *A* y frappera ensemble avec la *sixieme seconde*; parceque nous avons (par le N° 617.) $\frac{192 \times 6^2}{128} = \frac{192 \times 36}{128} = 54$ *pouces*.

627. Mais si l'on ôte les $\frac{3}{4}\,m$ de la boëte *B*, & on les met dans la boëte *A*, laissant l'étage *H* à la même place ; c'est-à-dire, à 54 *pouces :* alors la boëte *A* y frappera à la *troisieme séconde* ; parceque, dans ce cas, la *force accélératrice* est $=2\,m\,(=22,25+,75-21=23-21)$: c'est-à-dire, $=\frac{1}{32}$: & selon le N° 617, nous avons à présent $\frac{192\times3^2}{32}=\frac{192\times9}{32}=\frac{1728}{32}=54$. Ce qui est le même espace de l'expérience précédente, où la force accélératrice étoit $=\frac{1}{2}\,m$, tandis que, dans ce dernier, elle étoit $=2\,m$: c'est-à-dire, comme 1 à 4 : mais les deux *tems* sont comme 6 à $3=2:1$.

PROBLEME V.

628. La velocité acquise par un corps uniformement *accéleré*, est comme le *double de l'espace* qu'il a parcouru dès le commencement de sa chute : c'est-à-dire, si au bout d'un tems donné, son mouvement devient *uniforme* ; alors la velocité qu'il aura acquise, lui fera parcourir un *espace double*.

629. Ainsi, si un corps parcourt trois pouces dans *une séconde* (N°. 612.), par un mouvement acceleré ; il parcourira *six pouces* dans la *deuxieme séconde* avec un mouvement uniforme. S'il a parcouru 12 *pouces* en 2″, étant acceleré (N° 618.) : il parcourira 24 *pouces* avec un mouvement uniforme, pendant le même tems de deux *sécondes, &c. &c.*

630. *Démonstration de Fait.*—Arrangez les deux boëtes *A* & *B*, comme dans le N° 614. en sorte que leur masse soit $=63\,m$. Mettez sur la boëte *A* la barre $S=1\,m$. Attachez le cercle *K* en sorte que le fond de *A* soit exactement à 12 *pouces*, lorsque la barre *S* touche sur *K*. Et enfin mettez l'étage *H* à 36 *pouces*.

631. Dans cette disposition, la boëte *A*, en descendant avec son mouvement acceleré, frappera avec la barre *S* sur *K*, au bout de 2″ : & alors elle continuera à descendre avec un mouvement uniforme, égal à la velocité acquise dans les deux premieres *sécondes* : & frappera sur *H* exactement à la quatrieme *séconde* : c'est-à-dire, elle parcourira dans un tems égal (2″) 24 *pouces*, ce qui est le double de l'espace qu'elle avoit parcouru dans les premières *deux sécondes*, avec le mouvement acceleré. Voyez le N° 633.

PRO-

PROBLEME VI.

632. Les *vitesses* acquises par un corps poussé par une force constamment acceleré, sont en raison directe des *tems* : c'est-à-dire, si un corps tombe librement pendant 1″, 2″, 3″, 4″, &c. les vitesses qu'il aura acquis au bout de chaque séconde, seront en raison directe des tems : ou autrement v : V : : t : T.

633. *Démonstration de Fait.*—Soient les boëtes *A* & *B*, comme dans le Probleme précedent : c'est-à-dire, comme dans le N° 614. Mettez la barre *S* (=1 *m*) sur la boëte *A* : le cercle *K* à trois *pouces*, & l'étage *H* à *neuf pouces*. Si vous faites l'opération comme dans le Probleme précédent, la barre *S* frappera sur *K* précisement au bout de la *premiere séconde* : & sur *H* au bout de la deuxieme *séconde*.

634. Mettez le cercle *K* à 12 *pouces*, & l'étage *H* à 24 *pouces* : dans ce cas, la barre *S* frappera sur *K* au bout de la deuxieme *séconde* ; & sur *H* au bout de la troisieme *séconde*.

635. Mettez le cercle *K* à 27 *pouces*, & l'étage *H* à 45 *pouces* : la barre *S* frappera sur *K* à la troisieme *séconde* : & sur *H* à la quatrieme *séconde*.

636. Donc la force acquise dans la premiere *séconde*, est $=6=9-3=1\times6$: au bout de la deuxieme *séconde*, elle est $=24-12=12=2\times6$: & dans la troisieme *séconde* $=45-27=18=3\times6$.

PROBLEME VII.

637. Soit la masse $=64\,m$; & que les forces accélératrices, en des tems égaux, soient comme 1, 2, 3, &c. Les velocités (ou espaces parcourus qui les mesurent) seront en raison directe des forces.

638. *Démonstration de Fait.*—Soit la machine comme dans le N° 614. la force acquise sera =6 *pouces* dans une *séconde*, comme on l'a vû dans le Probleme précédent.

639. Soit

639. Soit le cercle *K* à 6 *pouces*, & l'étage *H* à 18 *pouces* : mettez deux barres *S*, ou une $R = 2\,m$ sur la boëte *A*. Dans ce cas, les deux barres frapperont sur *K* précisement au bout de la *prémiere séconde*, & la boëte *A* frappera sur *H* à la deuxieme *séconde*.

640. Mettez le cercle *K* à 9 *pouces* : l'étage *H* à 27 *pouces* : & mettez la barre *R* ($= 2\,m$) avec l'autre *S* ($= 1\,m$) sur la boëte *A*. Alors les deux barres frapperont sur *K* à la première *séconde* ; & la boëte *A* frappera sur *H* au bout de la deuxieme *séconde*.

641. Donc la velocité dans le prémier cas étoit $= 6 = 1 \times 6$: dans le second elle étoit $= 12 = 2 \times 6$; & dans le troisième cas, elle étoit égale à $18 = 3 \times 6$. C'est-à-dire, comme les *forces accélératrices*.

PROBLEME VIII.

642. Si les *forces* agissantes, ou *accélératrices* sont comme $3 : 4$; & les *tems* sont comme $1 : 2$: alors les velocités acquises seront comme $3 : 8$. C'est-à-dire, en leur raison composée : savoir, $1 \times 3 : 2 \times 4$.

643. *Démonstration de Fait.*—On a vû Nº 633. que, si la force *accélératrice* étoit $= 1\,m$; la vélocité acquise étoit $= 6$ *pouces* dans une *séconde*.

644. Mettez à present dans la boëte *A* $13{,}5\,m$; & autant dans la boëte *B*. Mettez au-dessus de *A* la barre *S* ($= 1\,m$) : la masse totale sera $48\,m$ ($= 13{,}5 + 13{,}5 + 1 + 12 + 8$) : & la force accélératrice sera $= 1\,m$ ($= \frac{1}{48}$ de la masse). Mettez à présent le cercle *K* à 16 *pouces*, & l'étage *H* à 32 *pouces*.

645. Dans ce cas, la barre *S* frappera sur *K* à la deuxieme *séconde* avec un mouvement accéléré : & la boëte *A* frappera sur *H* à la troisieme *séconde*, avec un mouvement uniforme. Car $\frac{1}{48}$ doit descendre 4 *pouces* dans la première *séconde* ; selon le Nº 613, puisque $\frac{192}{48} = 4$: & dans la deuxieme *séconde* elle doit parcourir seize *pouces* ($= \frac{2^2 \times 192}{48} = \frac{4 \times 192}{48} = \frac{768}{48} = 16$), selon ce qui est établi dans le Nº 617. Ainsi la boëte *A* frappera sur *H* à la troisième *séconde*, par son mouvement uniforme, en parcourant 16 *pouces* dans une *séconde* ; parceque,

 selon

selon le N° 628, elle avoit acquise une vélocité de 2×16 pouces en deux *secondes*.

646. Donc les vélocités acquises dans ces deux cas, sont comme 6 à 16, ou 3 à 8 : tandis que les forces accélératrices $\frac{1}{64}$ & $\frac{1}{48}$, sont comme 48 : 64 : : 3 : 4, & que les tems sont comme 1 : 2. C'est-à-dire, elles sont dans la raison composée de $3 \times 1 : 2 \times 4$, ou comme 3 à 8.

PROBLEME IX.

647. Si une masse (par exemple 64 *m*) est accéléré pendant le même *espace* (par exemple 12 *pouces*) par des *forces*, qui sont comme 1 à 4 : les *vélocités* acquises seront en raison *sous-doublée des forces :* c'est-à-dire, comme 1 à 2.

648. *Démonstration de Fait.*—Mettez 20 *m* dans la boëte *B*, & autant dans la boëte *A*, ajoutez la barre *R* $=2$ *m*, avec une autre pareille ($=2$ *m*) sur cette derniere boëte *A*. Soient le cercle *K* à 12 *pouces* ; & l'étage *H* à 36 *pouces*, comme dans le N° 630. Dans ces circonstances la *masse* est$=64$ *m* ($=\overline{2 \times 20}+12+8+4$) : & dans le même tems, la *force accélératrice*, est $=4$ *m*. Les deux barres sur la boëte *A*, en descendant, frapperont à la première *seconde* sur *K* : & la boëte *A* frappera avec la *deuxieme seconde* sur l'étage *H*.

649. On a vû dans le N° 631, que la vélocité acquise, étoit à raison de 12 *pouces* par *seconde*, lorsque la force étoit $=1$ *m* : mais dans le cas dont il s'agit à présent, la *vélocité* acquise est de 24 pouces par *seconde*. C'est-à-dire, dans ces deux cas les *vélocités* sont comme 1 à 2 : tandis que les *forces* sont comme 1 à 4 : donc les *vélocités* lorsque les *espaces* sont égaux, sont en raison *sous-doublée* des *forces*.

PROBLEME X.

650. Si les différents *corps* $=64$ *m*, & $=48$ *m*, parcourent le même *espace* (par exemple 12 *pouces*) avec la même *vélocité* : alors les *forces* accélératrices sont dans la proportion des quantités de la masse ; c'est-à-dire, dans le cas proposé, comme 4 : 3.

651. La

651. La Table suivante indique les différentes expériences qu'on peut faire, avec cette machine, par la méthode qu'on a vû jusqu'à présent, pour démontrer, par des faits, ce Probleme.

Quantités rélatives des forces agissantes.	Masses.	Forces accélératrices.	Espaces parcourus, en *pouces*.	Vélocités, exprimées par des *pouces* parcourues dans une *seconde*.
$m = 1\ m$	$64\ m$	$\frac{1}{64}$	12	12
$\frac{3\ m}{2} = 1,5\ m$	$96\ m$	$\frac{1}{64}$	12	12
$\frac{3\ m}{4} = \frac{3}{4}\ m$	$48\ m$	$\frac{1}{64}$	12	12

652. *N. B.* Il est aisé de voir, par les deux Problemes précédens, que les forces agissantes, qui meuvent des corps par des *espaces égaux*, sont en raison composée de la quantité de la *masse* respective, & des *quarrés de leurs vélocités*.

PROBLEME XI.

653. Si une *masse* ($=64\ m$) est mise en mouvement par des *espaces* différens (3 & 27 *pouces*) par l'action de la même *force* accélératrice $=1\ m$: alors les *vélocités* acquises sont dans une proportion sous-doublée des *espaces* parcourus (comme 1 : 3).

654. *Démonstration de Fait.* — On a vû (N° 636.) qu'une *force* $=m$ acquiert la *vélocité* de 6 *pouces* dans une *seconde*. On y a vû aussi (N° 636.) que la même *force* acquiert une *vélocité* $=18$, en 9 *secondes*. Les espaces parcourus, tandis que le corps acquiert ces vélocités, sont comme 1 : 9 ($=3 : 27$) : & les *velocités* sont comme 1 : 3 ($=6 : 18$) : c'est-à-dire, celles-ci sont en raison sous-doublée des *espaces*.

655. Ainsi, lorsque les *forces* accélératrices sont les mêmes, les *vélocités* acquises sont en raison *sous-doublée* des *espaces*. L'on a vû déjà

déjà aussi (N° 649.) que si les *espaces* sont les mêmes ; les *velocités* acquises sont dans une raison *sous-doublée* des *forces*.

656. Donc, si les espaces & les forces accélératrices sont différentes, les *velocités* acquises doivent être dans une raison *sous-doublée* des *forces* accélératrices, & des *espaces* parcourus.

Préambule sur le Mouvement retardé.

657. Les forces mouvantes, & les forces resistantes qui causent le mouvement *retardé*, ne different que dans leur direction. Une boule de plomb, qui pese, par exemple, *trois onces* $=g$, en tombant vers le centre de la terre, n'a que la *force* de trois *onces*, qui accélere son mouvement à chaque instant. Si, au contraire, elle est poussée en haut par une autre *force* quelconque $=f$, elle sera continuellement retardée par g, jusqu'à ce que f devienne nulle, & que g commence à la faire descendre, par une force égale à trois *onces*. Supposons que cette même boule soit tirée perpendiculairement par un fusil, contre une grosse planche de chêne, avec une force $=107000 \times 3$, & qu'elle y reste enfoncée ; la resistance qu'elle y trouve, est égale à cette *force*, puisqu'elle y est toute anéantie. De même, si la *force* de la *gravité* étoit 107000 fois plus grande qu'elle ne l'est pas ; & qu'on tirât cette boule perpendiculièrement en haut : elle ne pourroit monter plus en avant, que la même quantité de l'enfoncement fait dans la planche de chêne, dont on vient de parler.

658. Dans les expériences suivantes, les *forces* résistantes sont celles de la gravité, dont la quantité est invariable ; &, par conséquent, ces résultats sont infiniment plus satisfaisants que ceux des expériences, que les fameux Savans, Leibnitz, Bernoulli, & autres firent, en observant les differens enfoncemens que des boules pésantes faisoient sur de l'argile : car il étoit très difficile d'en évaluer les vraies effets, à cause de la différente irregularité des résistances relatives à la figure sphérique ; particuliérement, lorsque les variables de ces enfoncemens sont réellement si peu perceptibles à nos sens.

PROBLEME XII.

659. Soit une *masse* $=61\,m$ projettée avec une *vélocité* de 18 *pouces* par *seconde*. Si cette *force* est resistée par une *force* constante $=m$, les

les *espaces* parcourus par la *masse*, avant que sa *vélocité* soit aneantie, seront en raison inverse des *forces* resistantes : c'est-à-dire, dans ce cas l'*espace* sera $=25,6$ *pouces*. Si la *force* résistante est $=2\,m$: l'espace parcourû sera $=12,8=\frac{25,6}{2}$. Et si la *force* résistante est $=3\,m$: alors l'*espace* parcourû sera $=8,533=\frac{25,6}{3}$.

660. *Démonstration de Fait.*—On a la hauteur *e*, d'où un corps devroit tomber pour acquérir une certaine *vitesse* $=v$ (c'est-à-dire, pour qu'il descende un certain nombre de pouces, ou de pieds par *séconde*), en divisant le quarré v^2 par le double de la *vitesse* qu'un corps a acquise au bout de la première *séconde* de sa chute ; comme on le voit par la formule $e=\frac{v^2}{2p}$ dans laquelle v signifie la *vitesse* qu'on veut avoir par séconde : p celle qu'un corps pésant a acquise au bout de la 1re *séconde* : & e, l'espace qu'il faut descendre pour acquérir la vitesse v. Voyez le N° 204. de la Méchanique de Monf. Bezout, dans le vol. iv. de son *Cours de Mathématiques*, &c. imprimé en 1770 à Paris, in 8°.

661. Celà supposé, mettez dans la boëte *B* 21 *m*, qui, avec 6 *m* de son propre poids, feront $=27\,m$. Mettez 20 *m* dans la boëte *A*, & deux barres $S=2\,m$ sur elle : dans ce cas *A* sera $=22+6\,m=28\,m$: & les deux boëtes ensemble seront $=55\,m$, qui, avec 8 *m* de l'inertie des poulies (N° 596.) fait $63\,m$: & la force accélératrice ne sera que $28-27\,m=1\,m$.

662. Or, pour trouver l'espace *e* (de la formule N° 660.) que la boëte *A* doit parcourir, pour acquerir la velocité $=18$ *pouces* par *séconde*, nous avons (N° 628.) $p=\frac{193}{63}\times 2$: &, par consequent, $2\,p=\frac{2\times 2\times 193}{63}=\frac{772}{63}=12,254$. Ainsi le quarré de $v^2 (=18^2=324)$, divisé par $2\,p=12,254$ (c'est-à-dire, $\frac{324}{12,254}$) donne $=26,44$ *pouces* : ce qui est l'*espace*, que la *masse* $=63\,m$, avec la *force accélératrice* $=1\,m$, doit parcourir, pour avoir une velocité de 18 *pouces* par *séconde*.

663. Mettez à present le cercle *K* en sorte que le fond de *A* étant à 26,44 *pouces*, les deux barres *SS* $(=2\,m)$ qui sont dessùs, touchent dans ce cercle *K*. Lorsque cette boëte *A* y arrivera, elle aura la *velo-*

 cité

cité de 18 *pouces* par *séconde* : & elle y déposera les deux barres $=2\,m$. Alors la *masse* totale $=61\,m$, continuera à se mouvoir avec une force $=18$ *pouces* par *séconde*, mais qui sera retardée par une force $=1\,m$: car, dans ce cas, la boëte *A* n'aura que $26\,m$ $(=28-2)$ & la boëte *B* aura les mêmes $27\,m$ qu'elle avoit auparavant.

664. Reprenons la formule du N° 660 : & nous aurons, dans ce cas, $2\,p = \frac{2\times2\times193}{61} = 12{,}6557$: or le quarré de v^2 $(=324)$ divisé par $2\,p$. : c'est-à-dire, $\frac{324}{12{,}6557}$ est $=25{,}6$ *pouces* : de façon que la *masse* $=61\,m$ pour acquerir une vitesse de 18 *pouces* par *séconde*, avec une *force accélératrice* $=1\,m$; devroit tomber d'une hauteur de 25,6 *pouces* : & celui-ci sera exactement l'*espace* que la boëte *A* parcourira, avant que la boëte *B* la fasse remonter : c'est-à-dire, on verra qu'elle descendra jusques à 52 pouces $(=26{,}44+25{,}6)$ avant que sa vitesse soit tout-à-fait aneantie, & que la *force* supérieure de la boëte *B* la fasse remonter.

665. Pour faire voir la séconde partie de ce Probleme, mettez $19\frac{1}{2}$ m dans *A*, avec 3 *S* $(=3\,m)$ au-dessus : & $21\frac{1}{2}$ m dans la boëte *B* : dans ce cas la *masse* totale sera $22\frac{1}{2}+21\frac{1}{2}+12+8=64\,m$: & la *force accélératrice* sera $1\,m$ $(=22{,}5-21{,}5)$. L'espace nécessaire pour acquerir la vitesse de 18 pouces par *séconde*, sera 26,86 : car $2\,p. = \frac{2\times2\times193}{64} = \frac{772}{64} = 12{,}0625$: & $\frac{v^2}{2\,p} = \frac{18^2}{2\,p} = \frac{324}{12{,}0625} = 26{,}86$.

666. Il faudra donc mettre le cercle *K* à 26,86 *pouces* : & la boëte *A*, en tombant de *o*, arrivera à *K*, avec la velocité de 18 *pouces* par *séconde* (de mouvement uniforme, N° 628) : mais elle y deposera les trois barres $SSS=3\,m$. Ainsi cette velocité de 18 *pouces* par *séconde* sera retardée par un *force* constante $=2\,m$; car la boëte *A* n'aura plus de $19{,}5\,m$: & la boëte *B* aura $21{,}5\,m$. Et la *masse* totale ne sera que $61\,m$ $(=64-3)$.

667. L'espace nécessaire pour aneantir cette velocité sera 12,8 *pouces* ; parceque, dans le cas présent, la formule $\frac{v^2}{2\,p}$ montre qu'il faut diviser 18^2 par $\frac{4\times193\times2}{61}$, c'est-à-dire, $\frac{18^2\times61}{4\times193\times2}=12{,}8$. De même, si l'on trouve la valeur toute seule de $2\,p. = \frac{2\times2\times193\times2}{61} = \frac{1544}{61} = 25{,}31$:

& qu'on

& qu'on divise, par ce nombre, la valeur de v^2 ($=18^2$) : c'est-à-dire, $\frac{324}{25,31}$; on aura le même quotient 12,8 *pouces*.

668. Ainsi, en mettant le cercle *K* à 26,8 *pouces* ; & laissant tomber la boëte *A* ; les barres *SSS* ($=3\,m$), arriveront à *K* avec une velocité de 18 *pouces* par *seconde* (en cas d'avoir un mouvement uniforme, *voyez le* N° 628) : & la même boëte descendra avec son mouvement retardé par une force $=2\,m$, pendant un espace de 12,8 *pouces* : c'est-à-dire, la boëte *A* arrivera jusques à 39,66 *pouces* ($=26,86+12,8$) avant qu'elle commence à remonter.

669. Enfin, pour verifier la troisième partie de ce Probleme, il faut mettre 19 *m* dans la boëte *A*, avec deux barres $RR=4\,m$ par-dessus : & 22*m* dans la boëte *B*. La masse totale sera $65\,m=19+4+22+12+8$; mais la *force* accélératrice sera $=1\,m$, parceque la boëte $A=23\,m$; & la boëte $B=22\,m$. Le cercle *K* doit être mis à 27,28 *pouces*, ce qui est l'espace nécessaire à la *masse* 65 *m*, pour acquerir 18 *pouces* de *velocité* par *seconde*, lorsque la *force accélératrice* est $=1\,m$. Car la même formule ci-dessus $e=\frac{v^2}{2p}$, donne $\frac{18^2\times65}{4\times193}=27,279$, ou 27,28 *pouces*.

670. Ainsi la boëte *A* arrivera avec ses barres jusques au cercle *K*, ayant acquis une velocité égale à 18 *pouces* par *seconde* : mais en les y déposant, elle n'aura que 19 *m*, tandis que *B* a 22 *m* ; de façon que son mouvement sera retardé par une *force* $=3\,m$: & la *masse* totale sera $=61\,m$ ($=19+22+12+8$). Dans ce cas, la boëte *A* parcourira un espace $=8,5336$ *pouces* de plus ; c'est à-dire, arrivera jusques à 35,8 pouces ($=27,28+8,53$) avant de commencer à remonter. Parceque, selon la formule on a $\frac{18^2\times61}{4\times193\times3}=8,5336$.

PROBLEME XIII.

671. Si une *masse* (64 *m*) est poussée avec une *velocité* de 12 *pouces* par *seconde*, & retardé par une force $=1\,m$: tandis qu'une autre *masse* ($=48\,m$) étant jettée avec une *velocité* double (de 24 pouces par *seconde*) est retardée par une force $=3\,m$: les *espaces* parcourus par ces deux corps, avec leurs mouvemens retardés, doivent être

égaux :

égaux: car les *forces* rétardantes ſont dans une raiſon doublée des *velocités*. C'eſt-à-dire, les forces ſont comme $\frac{1}{64} : \frac{1}{48} = 48 : 192 = 1 : 4$: les *velocités* ſont comme $12 : 24 = 1 : 2$: & les deux *eſpaces* ſeront $= 11{,}94$ *pouces* chacun.

672. *Démonſtration de Fait.*—Mettez dans la boëte *A* $21\frac{1}{2}\,m$; & mettez au-deſsùs de *A* deux barres $SS = 2\,m$. Mettez dans la boëte *B* $22\frac{1}{2}\,m$: & la *maſſe* totale ſera $66m$ $(= 21{,}5 + 2\,m + 22{,}5 + 12 + 8)$, tandis que la *force accélératrice* ſera $= 1\,m$ $(= 23{,}5 - 22{,}5)$. Mettez actuellement le cercle *K* en ſorte que, quand le fond de *A* arrivera à 12,3 *pouces*, les deux barres y ſoient arrêtées. Il eſt evident que la *velocité* acquiſe par la boëte *A*, en parcourant cet eſpace $(= 12{,}3)$ eſt celle de 12 *pouces* par *ſéconde*: car nous avons, par le formule ci-deſsùs $e = \frac{v^2}{2p} = \frac{12^2 \times 66}{4 \times 193} = \frac{144 \times 66}{4 \times 193} = \frac{9504}{772} = 12{,}31$.

673. Auſſitôt que les deux barres SS $(= 2\,m)$ reſtent ſur le cercle *K*, la *maſſe* n'eſt plus que $64\,m$ $(= 66 - 2)$, tandis que la velocité acquiſe ſera de 12 *pouces* par *ſéconde*, & la *force rétardante* égale à $1\,m$; car la boëte *A* n'aura que $21\frac{1}{2}\,m$, tandis que *B* conſervera les $22{,}5\,m$. Ainſi l'on voit, par la même formule $\frac{v^2}{2p} = \frac{12^2 \times 64}{4 \times 193} = \frac{144 \times 64}{4 \times 193} = \frac{9216}{772} = 11{,}937$, que la boëte *A* continuera à parcourir 11,94 *pouces* avec ſon mouvement retardé par la force conſtante $= 1\,m$, avant qu'elle commence à remonter: c'eſt-à-dire, avant que la *velocité* acquiſe de 12 *pouces* par *ſéconde*, ſoit tout-à-fait aneantie: &, par conſequent, la boëte *A* arrivera à $24\frac{1}{4}$ *pouces* $(= 12{,}31 + 11{,}94)$ avant qu'elle commence à remonter.

674. Mettez actuellement $12{,}5\,m$ dans la boëte *A*, avec deux barres $RR = 4\,m$ par-deſsùs de cette boëte; ce qui fait $= 16{,}5\,m$: & mettez $15{,}5\,m$ dans la boëte *B*. La *maſſe* totale ſera $= 52\,m$ $(= 16{,}5 + 15{,}5 + 12 + 8)$: & la *force accélératrice* ſera $= 1\,m$ $(= 16{,}5 - 15{,}5)$. Mettez actuellement le cercle *K* en ſorte que le fond de *A* ſoit à 38,8, lorſque les barres *R R* y touchent: dans ce cas, la boëte *A* arrivera au bout de cet *eſpace* avec une *velocité* $= 24$ *pouces* par *ſéconde*: car alors $\frac{v^2}{2p} = \frac{24^2 \times 52}{4 \times 193} = \frac{576 \times 52}{4 \times 193} = \frac{29952}{772} = 38{,}79$.

675. Aprés que les deux barres *R R* ſeront arrêtées ſur *K*, la *maſſe* totale ſera $= 48\,m$ $(= 52 - 4)$, qui a acquis une *velocité* $= 24$ *pouces*

par

par *seconde* : & la *force accélératrice* sera $=3\,m$ ($=15,5-12,5$) : ainsi la boëte *A* continuera à descendre jusqu'à 50,73 *pouces* ($=38,79+11,94$), avant qu'elle commence à rémonter ; c'est-à-dire, cette *masse*, après avoir acquis une *velocité* de 24 *pouces* par *seconde*, étant retardée par $\frac{1}{48}$ du total, parcourira encore 11,937 *pouces*, avant que toute sa *velocité* soit aneantie ; parceque, dans ce cas, $\frac{u^2}{2p}=\frac{576\times48}{772\times3}=\frac{27648}{2316}=11,937$, comme ci-dessûs. Ainsi, lorsque les *forces accélératrices* sont en raison doublée des *velocités* (dans ces cas, 1 : 4 les premières ; & 1 : 2 les secondes) : les *espaces* parcourus seront égaux ($=11,937$ *pouces*, dans les deux cas dont il s'agit).

PROBLEME XIV.

676. Soit un corps (dont la *masse* $=63\frac{1}{2}\,m$) mis en mouvement, avec une *velocité* $=11,87$ *pouces* par *seconde*. Si ce corps vient à être retardé par une *force constante* $=\frac{1}{2}\,m$: il parcourira 21,93 pouces dans *trois secondes* de tems.

677. *Démonstration de Fait.*—Mettez 21,5 *m* dans la boëte *A* : mettez sur son couvercle deux barres *S S*, dont le poids total soit $=1,5\,m$: & mettez seulement 22 *m* dans la boëte *B*. Dans ce cas la masse sera $=65\,m$ ($=21,5+1,5+22+12+8$). Mettez le cercle *K* à la hauteur nécessaire pour que le fond de la boëte *A* soit à 11,86 *pouces*, lorsque les deux barres *S S* y touchent. Et mettez, enfin, l'étage *H* à 21,93 *pouces*.—*N.B.* La force accélératrice sera $=1\,m=21,5+1,5\,m-22\,m$.

676. Dans cet arrangement, si on laisse tomber la boëte *A* du *zero* de l'échelle ; 1°, Elle frappera au bout de la *deuxieme seconde*, avec les barres *S S* sur *K* ; & 2°, au bout de la cinquieme *seconde*, elle frappera sur l'étage *H*.

679. En premier lieu, selon la formule ci-dessûs $e=\frac{u^2}{2p}$, nous avons dans le cas présent $\frac{\overline{11,87}^2}{2p}=\frac{140,8969\times65}{4\times193}=\frac{9158,2985}{772}=11,853$, qui est l'espace requis, pour que la masse 65 *m* puisse acquérir la velocité $=11,87$ *pouces* par *seconde* (de mouvement uniforme N° 628).

 680. Or

680. Cet espace 11,87 *pouces* étant divisé par la velocité acquise dans la premiere seconde $=\frac{193}{65}=2,969$, donne 4 dans le quotient, dont la racine quarrée 2, est égale au *tems* que la boëte *A* doit mettre à le parcourir, avec une *force accélératrice*, $=\frac{1}{64}$; comme il paroit par la formule $t=\sqrt{\frac{e}{\frac{1}{2}p}}$ dont on peut voir la démonstration dans le N° 206 de l'Ouvrage de Mr. Bezout, dejà cité dans le N° 660 ci-dessùs.

681. Aussitôt que les barres restent sur la cercle *K*, la boëte *A* n'aura plus que 21,5 *m*; & la boëte *B* conservera les 22 *m*. Ainsi la *force rétardatrice* sera $=\frac{1}{2}\,m=\frac{1}{127}$: & la masse totale sera $=63,5$ $(=21,5+22+12+8)$.

682. Or, selon la même formule ci-dessùs, $e=\frac{u^2}{2p}$, nous avons à présent $e=\frac{\overline{11,87}^2\times127}{4\times193}=\frac{140,8969\times127}{772}=\frac{17893,9063}{772}=23,1786$: c'est-à-dire, la masse 63,5 *m*, avec une *force rétardatrice* $=\frac{1}{2}\,m\,(=\frac{1}{127})$ doit parcourir 23,1786 *pouces*, avant de changer de direction; comme il est démontré par le probleme précédent.

683. Si l'on y applique à présent la même formule, citée dans le N° précédent (682.), on voit qu'il faut un *tems* $=3,906''$ pour parcourir cet espace. Car divisant cet espace $(=23,1786)$ par celui que la masse $=63,5$ parcourt dans la première seconde $(=\frac{193}{127}=1,519)$, on a le quotient 15,259, dont la racine quarrée $(=3,909'')$ est égale au *tems* nécessaire pour parcourir cet *espace*.

684. A présent, il faut en soustraire l'*espace*, correspondant à $,906''$; & l'ôter des 23,1786 *pouces* ci-dessùs; pour que la boëte *A* arrive en *H*, précisement au bout de $3''$, après avoir laissé les barres *SS* sur le cercle *K*. Pour cet effet, on multipliera le quarré $\overline{906}^2$ par 1,519; c'est-à-dire, $820836\times1,51969$; & on aura 1,247 *pouces*. Cet espace étant retranché de 23,1786; il y reste seulement 21,9314.

685. Il est donc evident que la boëte *A* frappera au bout de la troisieme *seconde* sur l'étage *H*, ne pouvant passer avant, avec le reste de la velocité qu'elle avoit acquise, jusqu'à la hauteur du cercle *K*, où elle avoit deposé les barres *S S*.

686. Mons.

686. Monſ. Atwood prend une autre route dans l'explication théoretique de cette expérience; & il ſe raporte tout-à-fait à la théorie dejà établie dans la partie précédente de ſon Ouvrage. Peut-être en ferai-je auſſi un extrait, lorſque que je verrai cette même partie qui doit préceder la préſente; mais en attendant, j'ai crû qu'il étoit à-propos d'employer dans ce probleme, & dans les deux qui le précedent, les *Formules* de Mr. Bezout, Membre de l'Académie Royale des Sciences de Paris, qui, comme je l'ai dejà indiqué, ſe trouvent dans la *quatrième partie*, de ſon *Cours de Mathématiques à l'Uſage des Gardes du Pavillon, & de la Marine de France*: Ouvrage qui eſt, depuis long-tems, entre les mains de tout le monde, & qu'on a traduit en pluſieurs autres langues.

ADDITIONS ET CORRECTIONS.

687. *POST-Scriptum.*—Tandis qu'on imprimoit cette Lettre, j'eus occaſion de faire les obſervations & remarques ſuivantes, en examinant, comme je vous l'ai promis, Monſieur, la machine qui vous eſt deſtinée; & une autre que j'envoyerai auſſitôt à mon ancien Confrere, les très-R. P. D. Joachim de l'Aſſumption, Chanoine Régulier d'un mérite fort diſtingué, actuellement Profeſſeur de Phyſique dans le Monaſtere Royal de Chanoines Réguliers Lateranenſes de S. Auguſtin à Mafra, près de Liſbonne. Ces deux machines ſont marquées avec les N° 3 & 4; parcequ'en effet, on n'a pas encore fait plus, que deux autres machines de cette eſpece juſqu'à preſent, même en y comprenant celle de l'inventeur.

688. En prémier lieu, la poſition la plus avantageuſe de cette machine, eſt différente de celle repreſentée par la *figure* 77. Car la regle *FG* doit être fixée dans la branche du piedeſtal qui eſt ſur le devant, & qui paroit coupée dans la *figure*: & la pendule doit être miſe de l'autre coté opposé à celui qu'elle y occupe; de façon que la lentille *N* faſſe ſes vibrations par derrière le piedeſtal *TX*: tandis que la face du

du cadran *Z*, les diviſions de la regle *FG*, le cercle *K*, l'étage *H*, & les boëtes *AB*, reſtent toutes à découvert, & vis-à-vis des ſpectateurs. Dans ce cas, l'operateur ſoutient, avec la droite, le manche *W*, comme on l'a dit au N° 601.

689. Quoique dans la même *figure* 77 le manche *W* ſoit repreſenté tout droit ; j'ai reconnû qu'il valoit mieux le courber en bas, pour le tenir plus commodement avec la main.

690. Le chaſſis *DT* étant tout-à-fait ſeparé de la banquete, où ſont arrêtées les poulies *d i a b c e k* ; j'ai fait ajouter quatre vis à tête guillochée, par-deſſous, qui les rafermiſſent enſemble.

691. Il ne faut pas oublier de mettre en liberté les eſſieux des deux paires de poulies *d e* & *i k*, avant de faire uſage de cette machine (Voyez le *N.B.* du N° 608) : car on les arrête aſſez fermement avant de les empaqueter, à fin d'empêcher qu'ils ſe gâtent avec les ſécouſſes du tranſport. La vis qui ſoutient le bout de l'axe de chaque poulie, a un écrou à tête guillochée, qui ſert à la renfermir, comme il faut, dans ſa place.

N. B. Il ſera fort à-propos de toucher avec de l'huile, au bout d'un cure-dent, ſur chaque bout de l'eſſieu des quatre poulies, dont il s'agit.

692. Lorſqu'on fait la derniere expérience du N° 619, où l'étage *H* doit être à 64 *pouces* ; il faut le renverſer avec la clef J en haut, pour que la ſurface qui étoit auparavant tournée en bas, devienne ſupérieure ; & puiſſe correſpondre à 64 *pouces*, entrant dans la cavité qui s'y trouve, & qui n'eſt point exprimeée dans la *figure* 77.

693. Il ne faut pas perdre courage, ſi l'on ne reuſſit pas d'abord en quelque expérience. Car c'eſt en la répetant pluſieurs fois, qu'on vient à bout de bien executer, avec exactitude, ce qui eſt dit au N° 603. L'expérience dont je viens de parler (la derniere du N° 619), & celles du mouvement *retardé*, ſont des plus difficiles. Dans ces dernieres, il faut toujours ſe ſouvenir de ce qui eſt dit dans le N° 609.

694. J'ai

694. J'ai trouvé qu'il valoit mieux substituer, aux deux boëtes *A B*, deux cercles de metal, comme *b* (*fig.* 77), avec une tige d'archal, d'environ trois *pouces*, dans le milieu. Cette tige de metal a un trou dans son bout, où entre le crochet qui est toujours noué dans une des deux extremités du fil qui les suspend. Le poids de ce cercle, ensemble avec celui de sa tige, & du crochet respectif, étant de 6 *m*; l'opération d'y en filer les poids ronds *g b* (qui pour lors n'ont pas besoin d'être fendus, comme la *figure* les represente) est bien plus aisée: & étant tous à decouvert, il est plus facile de voir, s'il y a quelque méprise. D'ailleurs, le coup de la boëte de bois *A*, sur l'étage *H*, n'est pas si distinct, que celui du cercle de metal dont je parle.

695. On trouvera, dans la caisse de cette machine, deux pointes de metal à tête guillochée, qui, étant mises dans les trous de chaque paire de poulies *d e* & *i k*, au milieu de la planche, où leurs essieux tournent, servent à arrêter leur fonction. Alors la poulie principal *a b c*, soufre tout le frotement de son axe: & on pourra voir, dans ce cas, que $\frac{1}{64}$ de *force accélératrice* prend au moins cinq *sécondes*, au lieu de trois, pour parcourir un espace de 27 *pouces*.

696. Il est très essentiel que la masse de cette poulie principale *a b c* soit parfaitement equilibrée autour de son axe; de façon qu'en mettant chaque bout de son essieu sur un plan bien poli & horizontal, elle y reste immobile, quelle que soit la partie supérieure de sa périphérie. J'ai pensé que, peut-être, il seroit avantageux de mettre quatre vis en croix sur l'axe ou essieu de cette poulie, avec des écrous doubles, pour être arrêtés à la distance qu'il faut, à fin d'ajuster l'équilibre dont je parle; tout de même qu'on le pratique dans les aiguilles des boussoles pour les observations de l'*inclinaison magnétique*. Mais si l'artiste qui fait cette machine, est assez attentif à cette qualité essentielle de la poulie *a b c*; il ne trouvera pas grande difficulté à éxécuter cet équilibre, en limant d'un coté ou de l'autre sa surface laterale, après qu'elle est travaillée dans le tour, &c.

N. B. Les autres quatre poulies, sur lesquelles tourne l'axe ou essieu de la poulie principale *a b c*, doivent être également bien équilibrées sur leurs essieux respectifs; mais quelque petit défaut dans celles-ci, n'est pas d'une si grande conséquence, comme dans la poulie principale *a b c*.

697. Chaque *pouce* de la regle *F G* étant divisée en 10 *dixiemes*, il est fort aisé de juger à l'œil des *centiemes* de *pouce*, qu'on trouve dans le calcul des problemes derniers.

698. Le nombre des poids néceſſaires pour repeter les expériences des problemes ci-deſſus, eſt le ſuivant : ſavoir,

18 ou 20 cercles,	comme *g* ou *h*, dont chacun	$= 4\,m$
4 cercles,	- - - -	$= 2\,m$
4 cercles,	- - - -	$= 1\,m$
4 cercles,	- - - -	$= \frac{1}{2}\,m$
2 cercles,	- - - -	$= \frac{1}{4}\,m$
2 cercles,	- - - -	$= \frac{1}{8}\,m$
2 barres,	comme *R* ou *S*, dont chacune	$= 2\,m$
2 barres,	- - - -	$= 1\,m$
2 barres,	- - - -	$= \frac{1}{2}\,m$
2 barres,	- - - -	$= \frac{1}{4}\,m$

Enfin, il faut avoir une ſuite de poids depuis $\frac{1}{4}$ *grain* juſqu'à deux *gros*, ou même juſques à 5 *huitiemes* d'une *once*.

N. B. Le petit poids de metal qu'on trouve marqué avec le *nombre* de la machine, au-deſſous des autres poids, enſemble avec du fil de ſoie, eſt celui qui ſert à l'opération du N° 593.

699. Enfin, il eſt fort indifférent quelle eſt l'eſpece des poids qu'on employe dans les *m m* ci-deſſus, & leurs ſubdiviſions ; pourvû qu'ils ſoient bien exactement formés ſur celui trouvé par l'expérience du N° 593. Mais on aura beaucoup plus de facilité à établir la quantité de tous ces poids, ſi l'on adoptera la *méthode* nouvelle de mon invention, pour former des poids les plus exacts, preſque ſans trouble, que je rendrai publique dans le Traité qui, peut-être, ſuivra celui-ci ; enſemble avec la *Deſcription d'une Balance d'Eſſay*, la moins diſpendieuſe que je connois : & dans le même tems j'indiquerai la *méthode* la plus exacte pour employer cette eſpece d'inſtrumens.

FIN de la PREMIERE PARTIE.